

Title	4. C.V.D.法によって作成した超伝導体Nb ₃ Geの高いT _c とその構造不安定性の起源に関する研究(九州大学大学院理学研究科物理学専攻,修士論文題目・アブストラクト(1986年度),その2)
Author(s)	小野, 文善
Citation	物性研究 (1987), 48(5): 678-679
Issue Date	1987-08-20
URL	http://hdl.handle.net/2433/92645
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

4. C. V. D. 法によって作成した超伝導体 Nb₃Ge の 高い T_C とその構造不安定性の起源に関する研究

小 野 文 善

現在、一部の酸化物超伝導体を除いて、最も高い超伝導遷移温度 ($T_C \sim 23.6\text{ K}$) を保持し続けてきた A・15 型結晶構造を持つ Nb₃Ge は非平衡条件下でしか合成されていない。この Nb₃Ge の高い T_C は、この結晶が準安定な状態にあり、その構造が不安定であることに起因していると考えられているが、しかし、まだその明確な実験的証拠は示されていない。

一方、よく知られている超伝導の BCS 理論によれば、電子のフェルミ面付近での状態密度 $N(E_F)$ と電子-格子相互作用 V によって超伝導遷移温度 T_C は以下のように記述される。

$$T_C = 1.13 \frac{\hbar \langle \omega \rangle}{k_B} \exp\left(-\frac{1}{N(E_F)V}\right)$$

バンド計算の結果から Nb₃Ge は A・15 型結晶構造を持つ化合物のうちでは、 $N(E_F)$ が比較的小さいという結論が出されているにもかかわらず最も T_C が高いということは、必然的に、電子-格子相互作用が大きいことが予想される。このことを考慮して、この Nb₃Ge の高い T_C とそれをもたらしたと予想される強い電子-格子相互作用が結晶構造の不安定性と密接に結びついているのではないかと仮定して、そのことを明らかにする目的で、電気抵抗の温度依存性の測定、X線回折、光学顕微鏡及び SEM による表面観察を行ってきた。

試料は、現在工業的にも有用な C.V.D. 法 (化学気相蒸着法) すなわち化学反応を利用したテクニカルな方法を用いて作成した。この方法を用いて作成された試料は、非平衡条件下、つまり open system であるがゆえに結晶の成長状態等は種々の蒸着条件に微妙に左右され、そのことが逆に系統的に評価を行うことを可能にもしてくれた。まず電気抵抗の測定の結果から T_C が高かった試料に限って転移が 2 段階的であり、熱的循環に対し高温側の転移部分が大変弱く、すぐにその部分が急激に消失するということがわかった。一方、 T_C の比較的低い試料についてはそのような結果は得られなかった。

この違いを明らかにする目的で、X線回折を行った。それによると、回折パターンには A・15 Nb₃Ge の他に Tetragonal Nb₅Ge₃ 相の共存が確認された。これは注目されるべき点であると判断した。そこで、Tetragonal Nb₅Ge₃ の共存率 C

$$C = \frac{I_T(411)}{I_A(210)}$$

と T_C の関係を調べてみた。ここに I は X 線反射強度、 T 及び A はちょうど正方相、 $A \cdot 15$ 相の頭文字である。また、格子定数と T_C の関係も同時に調べてみた。格子定数と T_C の関係は $T_C \sim 21$ K 付近までの試料については Weiss らの結果と比較的によく似た結果を示した。

注目している共存率 C と T_C の関係から高い T_C の原因をつきとめるのに非常に示唆的であるという重要なデータを得たと著者は確信した。すなわち Tetragonal Nb_5Ge_3 は、4.2 K 以下でも超伝導状態にならなかった試料、 $T_C = 20 \sim 21$ 付近の試料、非常に T_C の高かった試料、それぞれに相当量含まれていることがわかり、この共存相との境界面での状態が高い T_C をもたらした直接的な原因に結びつくのではないかと考えた。そしてその表面状態を光学顕微鏡と SEM とを用いて表面観察を行った。しかし、その結果からは正方相と $A \cdot 15$ 相の分布状態にはっきりした違いは観察されなかった。また EPMA を用いた実験結果にも決定的な違いを示すものは残念ながら得られなかった。

一方、X 線回折と電気抵抗の温度依存性から考えて、高い T_C の試料について、 Nb_3Ge と Nb_5Ge_3 との境界面で結晶のポテンシャルのひずみが大きくなり、その面からうける影響で電子-格子相互作用が大きくなり、 T_C が高くなる方向にむかっていると推測した。その境界面でのひずみは非常に熱的に不安定であり、熱的循環によりひずみが解消され、より安定な状態に落ちついたと考えれば、より安定な状態では電子-格子相互作用が小さくなり、 T_C が低くなるはずである。これは実験結果と一致する。

最後に最近の高温で超伝導を示す酸化物超伝導体の発見から刺激をうけ、液体ヘリウム温度 (4.2 K) から室温までの電気抵抗の温度依存性の測定の必要性を感じ、測定系を一部分改良した。 Nb_3Ge について室温付近までの電気抵抗の温度依存性の一部を記載する。

5. チタン酸バリウム ($BaTiO_3$) の高分解能 X 線解析

中 村 弘 史

これまでも多くの研究が、強誘電体であるチタン酸バリウム ($BaTiO_3$) について行われてきた。チタン酸バリウムは、ペロブスカイト型の結晶構造を持ち、1 次の変位型構造相転移を起こす。高温相では常誘電相であるが、温度を下げると 393 K で強誘電相へ移り、その時結